

Nächten mit folgender Tageslethargie unterscheidet sich nicht signifikant von derjenigen ohne nachfolgende Lethargiephase (Motilität im ersten Fall:  $\bar{x} = 519$ ,  $m = \pm 50$ ,  $n = 69$ , im zweiten Fall:  $\bar{x} = 639$ ,  $m = \pm 63$ ,  $n = 40$ ), während in den Nächten ohne Nahrungsaufnahme nur in Einzelfällen geringe motorische Aktivität gefunden wurde ( $\bar{x} = 9$ ,  $m = \pm 6$ ,  $n = 33$ ).

## Diskussion

Das auffälligste Merkmal des Winterschlafes ist der lethargische, also bewegungslose Zustand des betreffenden Tieres. Es ist deshalb naheliegend, nach einem Zusammenhang der zeitlichen Organisation von Bewegungsgrößen, wie sie in der motorischen Aktivität eines Tieres erkennbar sind, und diesen Lethargiephasen zu suchen. Auf dem Wege zur Erstellung spezifischer Rhythmogramme zeigt sich nun, daß neben der sehr gut bekannten tagesperiodischen Aktivitätsschwankung eine Anzahl von infra- bzw. ultradianen Aktivitätsrhythmen mit unterschiedlichen Amplituden in Erscheinung treten.

Die, wenn auch willkürliche, so aber strenge Wahl einer Signifikanzschwelle bringt eine Reihe von hochsignifikanten Rhythmen lokomotorischer Aktivität an den Tag, die bisher keine Beachtung fanden. Es sind dies vor allem die starken Gipfel in den Bereichen von 3 bis 4 Tagen, 10 bis 20 Tagen bzw. im ultradianen Bereich von 50 bis 60 Minuten.

Die recht erhebliche Konsequenz aus der Möglichkeit, den tagesperiodischen Aktivitätsverlauf als Schwebungserscheinung aus Kurzzeitrhythmen errechnen zu können, mündet in der Hypothese, auch andere Langzeitrhythmen aus Kurzzeitrhythmen im Minutenbereich und darunter ableiten zu können, und damit aufgrund physiologisch-chemischer Prozesse im Zentralnervensystem erklärbar zu machen. Dies steht im Einklang mit einer schon früher vorgenommenen Deutung lunarer Rhythmen als Schwebungserscheinung (z. B. RENSING 1973).

STRUMWASSER et al. (1967) haben versucht, das Problem der zyklischen Schlaf- und Wachphasen der Tiere in der Winterschlafperiode mit Hilfe einer 3-Faktoren-Theorie zu erklären. Hierbei gehen die Autoren von der Feststellung aus, daß die circadiane Oszillation auch während des Winterschlafes mit temperaturbedingt niedriger Amplitude weiterläuft (cf. POHL 1967), und zwar unterhalb einer Schwelle zwischen Aktivität und Ruhe. Aufwachen sollte stattfinden, wenn die sinkende Schwelle die Oszillation schneidet. Die Ursachen für solche zunehmende temperaturabhängige Schwellenerniedrigung möchten die Autoren beispielsweise in einer Akkumulation von Stoffwechselprodukten oder einer Erschöpfung von Reserven auf zellulärer Ebene sehen. Mit dieser Hypothese lassen sich sowohl längere Lethargiephasen während der Winterschlafperiode, als auch die „test-drops“, d. h. kurze Lethargiephasen zu Beginn und Ende der Winterschlafperiode, erklären. Zur Deutung der Tatsache, daß aber auch bei gleicher Körpertemperatur zu verschiedenen Zeiten der Wintermonate unterschiedlich lange Schlafphasen auftreten, bemühen die Autoren mit Recht einen dritten Faktor im Sinne eines saisonalen Modulators der Amplituden-Temperatur- oder der Schwellen-Temperatur-Funktion. Hiermit ist eine Jahresperiodik angesprochen, wie sie für eine Reihe physiologischer Parameter z. B. von PENGELLY et al. (1963) an *Citellus lateralis* und von STRUMWASSER et al. (1964) an *C. tridecemlineatus* und *C. beecheyi* aufgezeigt wird.

Aus den hier vorgelegten Ergebnissen wird nun deutlich, daß es leicht möglich ist, die mutmaßlich als Schwebung auftretenden infradianen Aktivitätsrhythmen zur Erklärung von zyklischen Einschlaf- und Aufwachphasen heranzuziehen, nachdem sie zeitlich gut mit Lethargiephasen übereinstimmen. Zweifellos wirkt die Temperatur modulierend, und zwar, wie es scheint, lediglich auf die Schwingungsamplitude. Die zeitlich-rhythmische Organisation der Winterschlafperiode ergibt sich als notwendige Folge temperaturmodulierter, aber eigenständig auftretender Schwankung der Aktivitätsamplituden mit dem Charakter von Schwebungen im circadianen bis infradianen und vielleicht sogar annualen Bereich.

Über die verursachenden Rhythmen wissen wir bisher sehr wenig, sie dürften jedoch auf zellulärem Niveau anzutreffen sein, z. B. im Wirkungsbereich bestimmter Psychopharmaka, von denen wir wissen, daß sie die zeitliche Organisation des Lethargieverhaltens erheblich stören können (JAEGER 1971; DEL POZO et al. 1978; HEMMER und JAEGER in Vorbereitung).

### Zusammenfassung

Langzeit-Registrierung der Motilität von Gartenschläfern (*Eliomys quercinus* L., 1766) und deren Auswertung mittels Autokorrelationsanalyse und Leistungsdichtespektrum zeigen, daß die motorische Aktivität der betreffenden Art durch zahlreiche Rhythmen im ultradianen, circadianen und infradianen Bereich bestimmt wird.

Der 24-Stundenrhythmus erscheint als Schwebung aus zwei im 50–60 min-Bereich liegenden Aktivitätsrhythmen. In ähnlicher Weise ist mit Schwebungseffekten beim Zustandekommen der infradianen Perioden zu rechnen.

Das Zusammenwirken von circadianen, infradianen und annualen Rhythmen hat im Winterhalbjahr eine rhythmische Organisation des Lethargieverhaltens zur Folge, die das unterschiedliche Erscheinungsbild des Winterschlafes zu verschiedenen Zeiten erklären läßt.

### Literatur

- BECKER, B. (1978): Aktivitätsrhythmen beim Gartenschläfer (*Eliomys quercinus* L. 1766) nach Veränderung des Zeitgebers Licht. Staatsexamensarbeit, Mainz.
- BORNERT, D.; SCHUH, J.; TOMASELLI, G. (1975): Die Analyse biologischer Rhythmen mittels Korrelationsfunktion und Power-Spektrum. Biol. Zentralbl. **95**, 455–467.
- BUTSCHKE, H.-W. (1975): Untersuchungen zur circadianen und circannualen Rhythmik bei Siebenschläfern (*Glis glis* L.) im Selbstwählversuch. Verh. Dtsch. Zool. Ges. **68**, 139.
- BUTSCHKE, H.-W. (1977): Untersuchungen zur circadianen und circannualen Rhythmik bei Kasparhauser-Siebenschläfern (*Glis glis* L.) im Selbstwählversuch. Verh. Dtsch. Zool. Ges. **70**, 333.
- HELLER, H. C.; POULSON, T. L. (1970): Circannual rhythmus-II. Endogenous and exogenous factors controlling reproduction and hibernation in chipmunks (*Eutamias*) and ground squirrels (*Spermophilus*). Comp. Biochem. Physiol. **33**, 357–383.
- JAEGER, R. (1971): Die Wirkung von Cyproheptadin auf die Winterschlafbereitschaft und die jahreszeitlichen Körpergewichtsänderungen beim sibirischen Backenhörnchen *Tamias (Eutamias) sibiricus* Laxmann, 1769. Experimentia **27**, 1091–1092.
- MOHR, J. (1978): Einfluß der Umgebungstemperatur auf die motorische Aktivität verschiedener Winterschläfer. Staatsexamensarbeit, Mainz.
- ORLICK, M.; MLETZKO, H. G. (1975): Auswertung biologischer Zeitreihen mittels Fourier- oder Autokorrelationsanalyse. Biol. Rundschau **13**, 265–276.
- PEIL, J.; ORLICK, M.; SCHLEGEL, T. (1977): Korrelations- und korrelationsähnliche Verfahren zur Bestimmung von Periodenlängen. Nova acta Leopoldina, N. F. **46**, 525–541.
- PENGELLEY, E. T.; ASMUNSON, S. J. (1972): Analysis of the mechanisms by which mammalian hibernators synchronize their behaviour and physiology with the environment. In: Hibernation and Hypothermia, perspectives and challenges. Ed. by SOUTH, F. E. et al. Amsterdam, London, New York: Elsevier Publishing Comp. 637–656.
- PENGELLEY, E. T.; FISHER, K. C. (1963): The effect of temperature and photoperiod on the yearly hibernating behaviour of captive goldenmantled ground squirrel (*Citellus lateralis tescorum*). Canad. J. Zool. **41**, 1103–1120.
- POHL, H. (1967): Circadian rhythms in hibernation and the influence of light. In: Mammalian hibernation III. Ed. by FISHER, K. C. et al. Edinburgh and London: Oliver and Boyd. 140–151.
- POZO, F. DEL; FEUDIS, F. V. DEL; JIMENEZ, J. M. (1978): Motilities of isolated and aggregated mice; a difference in ultradian rhythmicity. Experimentia **34**, 1302–1304.
- RATHS, P.; KULZER, E. (1976): Physiology of hibernation and related lethargic states in mammals and birds. Bonner Zool. Monogr. Bonn: Zool. Forsch. Inst. u. Mus. Koenig.
- RENSING, L. (1973): Biologische Rhythmen und Regulation. Stuttgart: Gustav Fischer.
- STRUMWASSER, F.; GILLIAM, J. J.; SMITH, I. L. (1964): Long term studies on individual hibernating animals. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A IV **71**, 401–414.
- STRUMWASSER, F.; SCHLECHTE, F. R.; STREETER, J. (1967): The internal rhythms of hibernators. In: Mammalian hibernation III. Ed. by FISHER, K. C. et al. Edinburgh and London: Oliver and Boyd. 110–139.

Anschrift der Verfasser: Dr. RUDOLF JAEGER, Prof. Dr. HELMUT HEMMER, Institut für Zoologie, Johannes Gutenberg-Universität, D-6500 Mainz

# Vergleichende Untersuchung am zweiten oberen Vorbackenzahn $P^2$ der Hauskatze *Felis silvestris f. catus*

Von P. Lüps

*Naturhistorisches Museum Bern*

*Eingang des Ms. 20. 12. 1979*

## Abstract

*Comparative study in the second upper premolar  $P^2$  in the house cat  
*Felis silvestris f. catus* (L., 1758)*

Studied was the variability in occurrence and shape of the second upper premolar of the house cat. Own investigations on three different series (total 469 cats) are compared with results from literature (518 cats in 5 series). There seems to exist an increase in reduction from North to South. Surplus premolars are very rarely found.

## Einleitung

Die Familie der Katzen (*Felidae*) weist unter den Säugetieren den höchsten Grad der Spezialisierung als Beutegreifer auf. Die Entwicklung zum fast reinen Fleischfresser hat zu einem hohen Grad der Angepaßtheit des Gebisses an diese Art der Ernährung geführt: Ausbildung starker Fangzähne (Eckzähne) zum Fassen des Beuteobjekts, scharfkantige Reißzähne zu deren Zerkleinerung. Die Arbeit der notwendigerweise kräftigen Kamuskulatur wird durch eine Verkürzung des Gesichtsschädels, die zu einer besseren Hebelwirkung führt, verstärkt. Verkürzung des Gesichtsschädels und Konzentrierung auf Fangzahn/Reißzahn haben zu einer Reduktion des übrigen Gebisses geführt, wie sie bei keiner andern Carnivoren-Familie zu finden ist. Die numerische Reduktion von 44 Zähnen im ursprünglichen Carnivorengebiß ist bei den meisten Katzen bei 30 angelangt, bei einzelnen Arten ist sie sogar noch weiter fortgeschritten. Das Nicht-Erscheinen des zweiten oberen Vorbackenzahnes führt zu einer Verminderung auf noch 28 Zähne. Der  $P^2$  fehlt z. B. beim Manul (*Otocolobus manul*), bei Luchs und Rotluchs (*Lynx lynx* und *L. rufus*) und bei der Leopardkatze (*Felis bengalensis*) in einem hohen Prozentsatz der untersuchten Tiere (EWER 1973). Bei *Lynx lynx* und *Felis bengalensis* ist die Zahnzahl 28 je nach geographischer Lage in unterschiedlicher Häufigkeit festzustellen (MATJUSCHKIN 1978; GLASS und TODD 1977). Dies macht die Heranziehung des  $P^2$  zur Klärung stammesgeschichtlicher Fragen problematisch, worauf obengenannte Autoren mit Nachdruck hinweisen.

Die Reduktionstendenz von 30 auf 28 Zähne läßt sich auch im Gebiß der Hauskatze *Felis silvestris f. catus* feststellen. Sie betrifft nicht nur die Zahnzahl, also den vorhandenen oder fehlenden  $P^2$ , über dessen Erscheinen wohl nicht nur genetische, sondern möglicherweise auch über die Umwelt wirksame Faktoren entscheiden (LÜPS 1977), sondern auch dessen Form und Lage. Der als Lückenzahn zwischen dem kräftigen Eckzahn und dem dritten Vorbackenzahn liegende  $P^2$  ist vergleichsweise schwach ausgebildet und in seiner Lage wenig fixiert (GRAF et al. 1976). Es kommt jedoch nicht nur die Reduktion in der Zahl, von 30 auf 28, vor, sondern auch deren Erhöhung durch Anlage eines zusätzlichen Zahnes an dieser Stelle. An Serien von Hauskatzen-Schädeln unterschiedlicher geographischer und ökologischer Herkunft sollen diese Punkte hier erörtert werden.

U. S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/80/4504-0245 \$ 2.50/0

Z. Säugetierkunde 45 (1980) 245-249

© 1980 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

ISSN 0044-3468/ASTM-Coden ZSAEA 7

## Material und Methode

Es bot sich uns die Gelegenheit, folgende Serien im Hinblick auf den geschilderten Sachverhalt zu untersuchen:

- 257 Hauskatzen aus dem Kanton Bern (Schweiz). Alle wurden 1971 und 1973/74 von Wildhütern als „streunend“, „wildernd“ oder „verwildert“ in Feld und Wald erlegt (1971: Lüps 1972; 1973/74: VON GOLDSCHMIDT-ROTHSCHILD und Lüps 1976).
- 145 Hauskatzen aus der Stadt Genf (Genève, Schweiz). Diese wurden in den Monaten Januar bis April 1964 von Dr. P. SCHAUBENBERG im Schlachthaus Genf gesammelt, auf verschiedene Kriterien hin untersucht und anschließend aufgearbeitet. Sie befinden sich in seiner Privatsammlung (vgl. SCHAUBENBERG 1971).
- 67 Hauskatzen vom Kerguelen-Archipel. Diese sich im Muséum d'Histoire Naturelle in Paris befindliche Sammlung wurde 1969-71 durch die Equipe de Recherche de Biologie Animale Antarctique aufgesammelt und geht auf eine kleine, um 1950 ausgesetzte Population zurück (vgl. DERENNE 1972). Es wurden nur Katzen mit abgeschlossenem Zahnwechsel berücksichtigt, also Tiere im Alter von mindestens 6 Monaten (HABERMEHL 1975).

Bei der Untersuchung der Schädel mußte entschieden werden, ob der zweite obere Vorbackenzahn gar nie angelegt worden ist, es sich also um eine echte Oligodontie handelte, oder ob dieser im Laufe des Lebens verlorengegangen ist (Pseudoligodontie). Diese Frage war oft nicht leicht zu beantworten. Wurzelreste, offene oder in Verwachsung begriffene Alveolen sowie Veränderungen am Kiefer im Bereich des P<sup>2</sup> lieferten beim Fehlen desselben Hinweise auf sein früheres Vorhandensein. Nur in Fällen, in denen keine Spuren auf einen P<sup>2</sup> hindeuteten, wurde echte Oligodontie angenommen. Alle drei Serien wurden nach denselben Kriterien bewertet.

## Ergebnisse

Bei über zehn Prozent der Individuen fehlen einer oder beide zweiten Prämolaren des Oberkiefers; bei ♀ scheint eine Tendenz zur Nicht-Anlage dieses Zahnes größer zu sein als bei Katern (nicht gesichert, Tab. 1a). Über die Verteilung nach Kieferhälften gibt Tab. 1b Auskunft.

Tabelle 1

Hauskatzen mit fehlenden P<sup>2</sup>

Ort	N	n ♀	(%)	n ♂	(%)	n ♂ kastr.	(%)	Sex indet.	(%)
a. nach Geschlechtern									
Bern	257	98	15(15,3)	152	14(9,2)	7	1(14,2)	-	-
Genf	145	80	10(12,5)	31	2(6,5)	34	2( 5,9)	-	-
Kerguelen	67	13	4(30,8)	28	9(32,1)	-	-	26	6(23,1)
Ort	N Ind.	l + r	%	l	%	r	%		
b. nach Seiten									
Bern	257	19	(7,4)	7	(2,72)	4	(1,5)		
Genf	145	8	(5,5)	1	(0,7)	5	(3,5)		
Kerguelen	67	14	(20,9)	3	(4,5)	2	(2,9)		

Ein deutlicher Unterschied ist hinsichtlich geographischer Verteilung sichtbar: Während sich die Stadt-Katzen aus Genf und die Land-Katzen aus Bern nicht unterscheiden, stehen die verwilderten Kerguelen-Katzen deutlich abseits ( $p < 0,01$ ).

Das analoge Vorgehen bei der Untersuchung der drei Serien schränkt das Vorliegen methodischer Fehler stark ein. Aus verschiedenen Teilen der Welt liegen Daten vor, die zum Vergleich in Tabelle 2 zusammengefaßt sind. So ist ersichtlich, daß bis zu 28% der Hauskat-

Tabelle 2

Fehlende P<sup>2</sup> bei verschiedenen Hauskatzenpopulationen

Ort	Lage	N	%	Autor
Großbritannien	50-55	290	3,4	BATESON 1894 <sup>1</sup>
Tschechoslowakei	49-50	76	3,6	KRATOCHVIL 1975
Bern	46-47	257	11,7	MS
Genf	46	145	9,7	MS
Mexico	25-32	89	23,6	TODD UND GLASS, MS <sup>2</sup>
Caracas, Venezuela	+ 10	31	22,6	TODD et al. 1974 <sup>1</sup>
Singapore	+ 2	32	21,9	SEARLE 1959
Kerguelen	- 50	67	28,4	MS

<sup>1</sup>zit. in GLASS UND TODD 1977. - <sup>2</sup> MS = hier vorliegende Daten.

zen im Oberkiefer keine zweiten Prämolaren besitzen. Diese Reduktionstendenz zeigt in den verschiedenen daraufhin untersuchten Populationen zum Teil beträchtliche Unterschiede.

Zusätzliche Lückenzähne zwischen Eckzahn und zweitem oberem Vorbackenzahn fanden sich in allen drei Serien und in beiden Geschlechtern in geringer Zahl (Tab. 3), am häufigsten im Material aus der Stadt Genf. Sie verteilen sich wie folgt auf die beiden Kiefer-Hälften: 7 × links und rechts, 1 × links, 3 × rechts.

Angaben über zusätzliche Lückenzähne bei der Hauskatze finden sich nur sehr vereinzelt. So liegen in dem von KRATOCHVIL (1971) untersuchten Material aus Brno (ČSSR) keine Lückenzähne vor, PAARMANN (1975) fand solche im Unterkiefer rezenter und mittelalterlicher Hauskatzen aus Schleswig-Holstein (BRD). BATESON (cit. in POCOCK 1916) und COLLYER (1936) erwähnen Lückenzähne zwischen Eckzahn und zweitem Vorbackenzahn für Hauskatzen, ohne aber Angaben über die Häufigkeit des Auftretens zu machen. Über geographische Unterschiede liegen keine Daten vor. Es kann somit lediglich festgehalten werden, daß zusätzliche Lückenzähne im Oberkiefer der Hauskatze vereinzelt auftreten, sich die Zahnzahl der Hauskatze vereinzelt auf 32 erhöht.

Tabelle 3

## Hauskatzen mit zusätzlichen oberen Lückenzähnen

Ort	N	♀	♂	kastr.	total	Anzahl Individuen in % des untersuchten Materials
Bern	257	-	3	-	3	1,17
Genf	145	3	2	2	7	4,82
Kerguelen	67	-	1	-	1	1,49

## Diskussion

Das Fehlen von Zähnen im Felidengebiß, besonders wenn es sich um Zähne am Anfang oder Ende der Backenzahnreihe handelt, wird allgemein als Resultat einer fortschreitenden Reduktion auf die Zahl von 28, im Extremfall auf 26, interpretiert. Parallel zur numerisch feststellbaren Reduktion ist eine Erhöhung der Variabilität des betreffenden Zahnes zu beobachten, die sich in Form, Größe und Lage äußert (QUINET 1966; GRAF et al. 1976). Bemerkenswert ist die Feststellung der geographisch unterschiedlichen Häufigkeit des Fehlens von P<sup>2</sup>.